

Model Pembangunan Pusat Data Hijau Sektor Awam

Abdul Aziz Saad, Mohamad Shanudin Zakaria

Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia 43600
Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

Email: ajidsaad@yahoo.com, msz@ukm.edu.my

ABSTRAK

Kajian Pihak MAMPU ke atas 105 agensi sektor awam Malaysia pada tahun 2009 menunjukkan terdapat 117 buah pusat data secara keseluruhan manakala 12 daripada agensi mempunyai lebih dari satu pusat data (MAMPU). Justeru dapat disimpulkan bahawa setiap agensi kerajaan mempunyai sekurang-kurangnya satu pusat data di agensi masing-masing pada masa tersebut. Kini penggunaan sumber pusat data menjadi semakin penting akibat daripada lonjakan penggunaan aplikasi secara dalam talian yang perlu beroperasi selama 24 jam tanpa henti. Ini secara tidak langsung akan meningkatkan lagi penggunaan tenaga oleh pusat data yang pada dasarnya merupakan salah satu pengguna utama tenaga. Penggunaan tenaga oleh sesebuah pusat data dapat dikurangkan dengan mentransformasikannya kepada pusat data hijau (PDH). Namun pelaksanaan PDH di agensi kerajaan dilihat masih kecil berpandukan kepada pengiktirafan PDH yang telah dikeluarkan. Kegagalan menyediakan satu model yang boleh dijadikan panduan akan menyebabkan projek PDH diabaikan oleh agensi. Maka dengan itu, kajian ini bertujuan mengenal pasti kriteria lengkap yang diperlukan bagi membangunkan PDH sesebuah agensi kerajaan. Kriteria pembangunan PDH yang telah dikenal pasti tersebut dapat mencerminkan tahap pembangunan yang boleh dicapai oleh sesebuah agensi serta menyediakannya ke arah pensijilan PDH. Kajian ini dilakukan secara kualitatif menerusi kajian kes di agensi sektor awam yang telah membangunkan PDH serta melalui pengesahan pakar bidang. Pengumpulan data melalui pensampelan secara temu bual separa berstruktur, pemerhatian dan analisa kandungan dokumen telah dilakukan. Data dianalisis bersandarkan tema dan diinterpretasi berdasarkan maksud asal. Objektif kajian dicapai melalui penyenaian 46 kriteria yang diklasifikasikan kepada (lima) 5 metrik dan (tiga) 3 tahap pembangunan. Hasil kajian membentuk satu model pembangunan dan pelaksanaan PDH lengkap khusus untuk sektor awam. Penghasilan model ini turut menyumbang kepada pengetahuan baharu di dalam bidang pengurusan pusat data. Adalah diharapkan hasil kajian ini dapat membantu agensi sektor awam secara khususnya dalam menambah baik pelaksanaan projek PDH di agensi masing-masing serta memangkinkan pelaksanaan PDH di keseluruhan sektor awam secara umumnya.

Kata Kunci: Pusat Data Hijau, Kriteria Pensijilan, Kerangka Pembangunan, Model Pembangunan.

PENGENALAN

Pusat data hijau (PDH) adalah selari dengan pusat data konvensional dari segi lokasi penyimpanan perkakasan, pengurusan dan penyebaran data. Kriteria yang menjadikan sesebuah pusat data tersebut hijau adalah reka bentuk serta susunan peralatan elektrik, mekanikal dan ICT yang disusun bagi mendapatkan kecekapan tenaga optimum serta impak yang minimum kepada persekitaran. Kelebihan utama pelaksanaan pusat data hijau adalah melalui penjimatan tenaga elektrik yang dapat dijimatkan berikutan jumlah tenaga yang dibekalkan berjaya dikurangkan serta dibekalkan hanya berdasarkan keperluan sahaja. Jurnal *Technical Code Specification For Green DC 2015* menunjukkan jumlah penggunaan tenaga elektrik oleh pusat data di Malaysia pada tahun 2011 adalah sebanyak RM 714 juta.

Terdapat pelbagai rangka kerja atau model bagi membangunkan pusat data hijau daripada pelbagai organisasi yang terdapat pada masa kini. Malaysia juga tidak ketinggalan dalam menyediakan garis

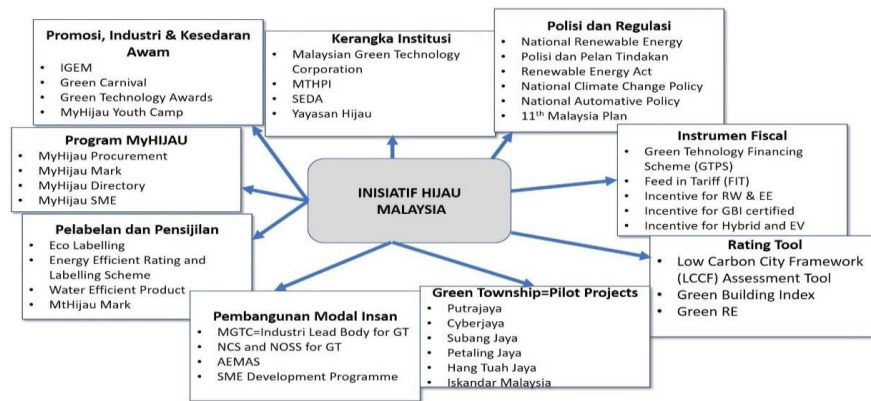
panduan dan polisi berkenaan teknologi hijau (KeTTHA 2009; Zainal 2010) bagi mengurangkan kesan terhadap alam sekitar walaupun secara khususnya tidak menjurus kepada pengurusan pusat data. Uddin & Abdul Rahman (2011) menyatakan, oleh kerana ketiadaan satu standard pentakrifan PDH yang diiktiraf secara global, setiap organisasi perlu menentukan sendiri pentakrifan hijau untuk organisasi masing-masing. Namun inisiatif hijau bagi pusat data ini sering digambarkan memerlukan pelaburan kos yang tinggi samada dari segi reka bentuk, bahan, perisian, perkakasan serta sumber kepakaran. Tanggapan yang salah ini merupakan salah satu sebab mengapa kebanyakan pemilik organisasi memilih untuk tidak mengadaptasikan inisiatif hijau terhadap pusat data (Hashimi & Hasan 2015). Namun sebenarnya inisiatif hijau ini boleh diadaptasi secara berperingkat bermula daripada perkara-perkara mudah dan tidak melibatkan sebarang kos.

Justeru itu, adalah menjadi tanggungjawab untuk kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti kriteria pembangunan PDH bagi sektor awam dengan mengambil kira kekangan-kekangan agensi kerajaan dan seterusnya menjadi model panduan kepada projek-projek pembangunan PDH agensi. Hasil kajian akan berfungsi sebagai alat bantu bagi memudahkan proses perolehan, pembangunan dan pengurusan projek PDH yang sedang dilaksanakan maupun projek pembangunan baharu. Oleh itu, hasil kajian disasarkan bagi membantu pegawai sektor awam yang terlibat dalam pengurusan pusat data dengan memberikan penekanan kepada kriteria-kriteria yang perlu ada bagi mendapatkan pensijilan untuk menjaga halatuju pembangunan serta sebagai persediaan awal kepada agensi yang bercadang untuk mendapatkan pensijilan. Pengenalpastian model pembangunan PDH secara komprehensif pula adalah penting untuk memastikan faktor-faktor sampingan lain yang berupaya mempertingkatkan mutu perkhidmatan awam diambil kira. Penghasilan model pembangunan yang bersesuaian dengan sektor awam ini akan memudahkan penyelarasan, perancangan dan pembangunan seterusnya memangkinkan pelaksanaan PDH di setiap agensi kerajaan.

KAJIAN KESUSASTERAAN

Kajian terdahulu daripada pengamal teknologi (C.Molly & M.Iqbal 2010; Sullivan 2010), agensi kerajaan (Masanet & Robert 2015) dan daripada perspektif akademik (Cai et al. 2011a; Cavdar & Alagoz 2014; Geng 2015) turut membincangkan isu yang sama iaitu berkaitan kecekapan penggunaan tenaga. Penggunaan tenaga elektrik yang sangat tinggi oleh komponen pusat data akan menghasilkan dan menimbulkan isu ketidakcekapan pengoperasian pusat data yang akan menjurus kepada isu global seterusnya memberi impak kepada alam sekitar melalui pembebasan gas rumah hijau (GHG). Impak negatif terhadap alam sekitar melalui penggunaan tenaga pusat data boleh terhasil dengan dua cara iaitu penyejukan serta proses penggunaan, pembebasan dan bekalan kuasa elektrik yang berterusan serta pembebasan langsung haba daripada penggunaan ICT (Syed 2008). Pelbagai pendekatan dapat digunakan bagi membantu operasi pusat data supaya menjadi lebih cekap seperti menambah baik pusat data sedia ada, melaksanakan inisiatif serta teknologi IT hijau, pembangunan kepada PDH serta melakukan perancangan terhadap kapasiti pusat data yang memfokuskan kepada komponen tertentu seperti penggunaan kuasa, penyejukan maupun pengurusan bateri pusat data (McCumber & Lincke 2014; Neudorfer 2015).

Pendekatan bagi IT Hijau juga meliputi pelbagai inisiatif hijau seperti yang dilaksanakan oleh kebanyakan negara. Matlamat serta objektif pelaksanaan IT Hijau perlu dikenal pasti bagi membantu organisasi dalam menjayakan matlamat kelestarian daripada pelbagai aspek. O'Neill (2010) menyatakan kefahaman dan pemilihan kepada inisiatif hijau melalui akta, dasar, polisi, amalan terbaik serta garis panduan berpotensi tinggi dalam menghasilkan impak positif kepada kelestarian organisasi. Di Malaysia pula pendekatan ke arah pembangunan inisiatif Hijau di terajui oleh Kementerian Tenaga, Teknologi dan Air (KeTTHA). Ini menunjukkan kesungguhan Malaysia dalam menyeimbangkan antara pembangunan ekonomi untuk rakyat dan aspek alam sekitar. Pembentangan oleh (Rasib & KeTTHA 2015) seperti Rajah 1 di bawah menyenaraikan pelbagai inisiatif hijau yang telah diambil oleh kerajaan Malaysia.



Rajah 1: Inisiatif Hijau oleh Malaysia (Rasib & Kettha 2015)

Terdapat banyak kejayaan pembangunan PDH yang telah dicapai namun kejayaan PDH Google menggunakan tenaga yang boleh diperbaharui dengan bacaan PUE 1.12 menjadikannya antara pusat data yang paling cekap di dunia (Weihl et al. 2011; Google 2017). Menurut laporan (Google 2017) menyatakan sebanyak 50 peratus pengurangan penggunaan tenaga pusat data dengan kuasa pengkomputeran 3.5 kali ganda lebih pantas berjaya dicapai. Sebanyak 12 daripada 14 pusat data Google telah mendapat pensijilan ISO 50001 (pengurusan tenaga) dan ISO 14001 (pengurusan alam sekitar) serta 6 daripada pusat data Google telah mencapai 100% pengalihan tanah timbus untuk sisa buangan elektronik. Pada tahun 2016 pula Google telah berjaya mencapai 100% penggunaan tenaga yang boleh diperbaharui. Proses penghijauan yang menyokong kepada inisiatif Hijau perlu bermula di pusat data turut disokong serta dipersetujui oleh (Uddin et al. 2015).

SUMBER DAN METODOLOGI

Kajian susastera yang dipilih bagi mendapatkan kriteria-kriteria kajian adalah berdasarkan kepada tiga (3) sumber iaitu:

- i) Kod Teknikal Keperluan Bagi Pusat Data Hijau, MCMC 2015.
- ii) Kerangka Pembangunan *Green Data Center Alliance (Data Center Energy Efficiency Framework)*, GDCA 2010.
- iii) Kriteria Pensijilan PDH Agensi.

Setiap sumber menyenaraikan kriteria-kriteria PDH serta dilihat mempunyai kekuatan dan kekurangan masing-masing. Oleh itu, pemilihan setiap sumber ini dibuat bagi melengkapkan cadangan model yang dibangunkan.

Kod Teknikal Keperluan Bagi Pusat Data Hijau, MCMC 2015.

Kod teknikal ini dibangunkan untuk menyediakan keperluan minimum bagi pusat data hijau bagi tujuan penubuhan dasar, sistem dan proses (MCMC 2015). Kod ini juga menggariskan amalan terbaik yang boleh diadaptasikan oleh pusat data. Menurut Suruhanjaya Komunikasi dan Multimedia Malaysia (MCMC), skop kod ini merangkumi semua pusat data swasta dan awam yang beroperasi di Malaysia, sama ada secara persendirian atau komersial. Jadual 1 merupakan ringkasan kod teknikal yang mengandungi keperluan minima, peringkat tinggi dan adaptasi.

Jadual 1: Faktor dan Kriteria Kod Teknikal MCMC

1) Keperluan Minima	
Pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> • Kecekapan Penggunaan Tenaga (PUE) • Suhu Bekalan Udara (SAT) • Julat Kelembapan Relatif (RHR) • Kecekapan Peralatan UPS (USE)
Polisi	<ul style="list-style-type: none"> • Latihan dan Kemahiran • Komunikasi dan Kesedaran • Kepakaran • Reka Bentuk

Pemantauan	<ul style="list-style-type: none"> • Tadbir Urus dan Kawal Selia • Perolehan • Meter Tenaga • Laporan Tenaga
2) Peringkat Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem Pengurusan Tenaga (EnMS)
3) Adaptasi	<ul style="list-style-type: none"> • Amalan Terbaik Pusat Data Hijau

Tujuan kod ini adalah untuk memberi panduan kepada pusat data swasta, kerajaan dan komersial. Walau bagaimanapun, ianya masih merupakan panduan asas, bersifat teknikal serta kekurangan susunan pelaksanaan dan persediaan pensijilan.

Kerangka Pembangunan GDCA

Hashimi & Hasan (2015) melalui jurnal *Green Data Center Frameworks and Guidelines Review* telah membandingkan sebanyak sepuluh (10) kerangka dan panduan PDH di peringkat global. Di antara 10 kerangka tersebut, mereka mendapati GDCA mempunyai kerangka yang paling menyeluruh serta merangkumi pelbagai komponen. GDCA juga menyediakan tahap pembangunan bagi memudahkan pihak pengurusan pusat data dalam merangka pelan pelaksanaan. Jadual 2 menunjukkan komponen serta keperluan bagi kerangka GDCA.

Jadual 2: Kerangka Pembangunan GDCA

Komponen	Keperluan	Tahap
1) Reka Bentuk Fasiliti	Panel Penutup Rak (<i>Blanking Panels</i>)	1
	Pengurusan Kabel	1
	Penempatan Papan Lantai Berlubang (<i>Perforated</i>)	1
	Penutupan Ruang Lantai Berlubang	1
	Susunan dan Penempatan Peralatan	1
	Tetapan Suhu Persekitaran	1
	Kaedah Kepungan Udara (<i>Containment Solution</i>)	2
	Penempatan Penyaman Udara Pusat Data (CRAC)	3
	Penyejukan Sampingan (Udara atau Air)	3
	Alat Tenaga Berterusan (UPS) Cekap Tenaga	3
	Pemacu (<i>Drives</i>) Boleh Laras	3
2) Teknologi Maklumat	Penebat Haba Berkeupayaan Tinggi	3
	Penggabungan / Penyatuan	1
	Pengukuran & Verifikasi Teknologi	2
3) Proses	Teknologi Maya (<i>Virtualization</i>)	2
	Mod Rehat (<i>sleep mode</i>)	2
	Zon Perkakasan & Perisian	1
	Pengurusan Konfigurasi	2
4) Tadbir Urus	Pengurusan Kapasiti	2
	Tahap Ketersediaan Perkhidmatan	2
	Latihan & Kesedaran	3
	Takrifan Peranan Kecekapan Tenaga	1
	Program Penambahbaikan Berterusan	2
5) Kewangan	Polisi Tenaga	2
	Wujudkan Sasaran & Pantau Prestasi	3
	Anugerah Prestasi	3
	Rasionalisasi Risiko Operasi	3
	Kos Kepada Pengguna (<i>Customer Charge Back</i>)	3

Kriteria Pensijilan PDH Agensi

Dokumen audit pensijilan agensi adalah bersifat sulit serta tidak dibenarkan untuk diedarkan di luar agensi. Bagi membolehkan pengumpulan kriteria-kriteria awal dilakukan, penyelidik telah bertemu dengan pihak agensi bagi mengumpulkan semua kriteria terlebih dahulu bagi tujuan kajian kesesuaian sebelum sesi temu bual sebenar dilakukan. Kajian ini adalah berteraskan kepada kriteria-

kriteria pensijilan agensi iaitu *Certified Low Carbon Computing Facility* (CLCCF) yang diiktiraf di Malaysia. Teras kepada kriteria ini akan membolehkan kerangka yang dibangunkan adalah relevan serta mampu menyediakan mana-mana agensi untuk mendapatkan pensijilan. Walaupun semua kriteria ini mampu menyediakan pihak agensi untuk proses pensijilan namun ia sangat tertumpu kepada infrastruktur dan fasiliti. Kriteria ini dilihat kurang menitikberatkan mengenai kepakaran dalaman pegawai agensi. Terdapat juga beberapa faktor yang tidak diambil kira daripada Kod Teknikal MCMC serta Kerangka GDCA.

Metodologi Kajian

Kajian ini dilaksanakan secara empirikal bersandarkan kepada penyelidikan kualitatif. Penyelidikan kualitatif merupakan satu kaedah yang dilakukan secara penerokaan atau tinjauan, bersandarkan kepada pengalaman serta merangkumi objektif yang bersifat umum (Marohaini 2001). Tinjauan terhadap pusat data hijau dilakukan, pengalaman informan direkodkan dan dokumen hasil daripada pengauditan dibincangkan. Pengumpulan maklumat kajian pula dilakukan melalui sesi temu bual serta analisa terhadap dokumen yang diperolehi. Kajian dilakukan ke atas agensi yang telah mendapat pensijilan Pusat Data Hijau dan informan yang terlibat secara langsung di bawah pusat data agensi terbabit. Selain itu menurut Ozkan & Cakir (2008), kajian kualitatif juga merupakan antara kaedah bagi menilai sistem maklumat dalam perkhidmatan awam.

Kajian ini dilaksanakan bagi mencari kriteria-kriteria yang menyumbang kepada pembangunan pusat data hijau. Hasil daripada kajian ini akan membentuk satu model untuk membangunkan pusat data hijau sektor awam. Empat (4) fasa utama yang terlibat dalam kajian ini adalah fasa kajian teoretikal, kajian empirikal, pembangunan model dan penilaian model. Kajian teoretikal mengandungi kajian susastera terdahulu manakala kajian empirikal melibatkan proses temu bual bersama dua (2) orang penjawat awam dan dua (2) orang pembekal dari agensi kerajaan yang dikenal pasti serta telah mendapat pensijilan pusat data hijau. Memandangkan bilangan informan kajian kualitatif adalah kecil maka teknik triangulasi data digunakan untuk meningkatkan kebolehpercayaan kajian. Fasa pembangunan model pula merupakan proses pengumpulan faktor serta pembangunan model berdasarkan hasil dapatan kajian teoretikal dan empirikal. Fasa terakhir bagi kajian ini melibatkan penilaian model oleh pakar terpilih daripada agensi sektor awam untuk mengesahkan model yang telah dibangunkan. Rangka konsep kajian yang merangkumi fasa-fasa terlibat serta penerangan bagi setiap fasa ditunjukkan pada Rajah 2.

Rajah 2: Rajah Konsep Kajian



HASIL KAJIAN

Fasa I – Rumusan Kriteria Awal

Jadual 3 menunjukkan rumusan metrik serta kriteria yang telah dikumpulkan daripada ketiga-tiga sumber.

Jadual 3: Rumusan Kriteria Kajian Kesusasteraan

Metrik	Jumlah Kriteria
1) Penyejukan	9
2) Pengaliran Udara	6
3) Rantaian Kuasa	12
4) Kecekapan Keseluruhan	15
5) Tambahan	6

Fasa II & III – Temu Bual & Model Cadangan

Jadual 4 menunjukkan metrik serta kriteria yang telah dirumuskan berdasarkan aktiviti temu bual bersama pegawai dan pembekal di agensi yang telah mendapat pensijilan PDH.

Jadual 4: Rumusan Kriteria Model Cadangan

Metrik	Jumlah Kriteria
1) Penyejukan	9
2) Pengaliran Udara	6
3) Rantaian Kuasa	12
4) Kecekapan Keseluruhan	15 14
5) Tambahan	6 3

Fasa IV – Model Akhir

Jadual 5 menunjukkan metrik serta kriteria yang telah dirumuskan berdasarkan pengesahan daripada pakar di dalam bidang pusat data.

Jadual 5: Rumusan Kriteria Model Akhir

Metrik	Jumlah Kriteria
1) Penyejukan	9
2) Pengaliran Udara	6
3) Rantaian Kuasa	12
4) Kecekapan Keseluruhan	14 15
5) Tambahan Penambahbaikan Alternatif	3 4

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, hasil kajian ini menentukan kriteria-kriteria dan model untuk membangunkan sesebuah pusat data hijau bagi sektor awam. Kriteria-kriteria yang diperlukan ini terdiri daripada kombinasi tiga (3) sumber iaitu Kod Teknikal MCMC (2015), Kerangka Pembangunan GDCA (2010) dan Kriteria Pensijilan PDH Agensi. Seterusnya gabungan kriteria-kriteria yang bersesuaian dengan sektor awam ini dikelaskan kepada tiga (3) tahap pelaksanaan iaitu peringkat awal, peringkat sederhana dan peringkat tinggi. Kriteria-kriteria yang diperlukan bagi pembangunan lengkap PDH sehingga kepada proses pensijilan serta kelancaran pelaksanaannya bergantung kepada pencapaian gabungan antara ketiga-tiga sumber ini.

Kod teknikal MCMC (2015) telah menyediakan asas iaitu keperluan minimum untuk pusat data hijau bagi tujuan penubuhan dasar, sistem dan proses. Kod ini juga menggariskan amalan terbaik yang boleh diadaptasikan oleh pusat data serta skopnya merangkumi semua pusat data swasta dan awam yang beroperasi di Malaysia, sama ada secara persendirian atau komersial. Kriteria minimum daripada kod teknikal telah digabungkan bersama Kerangka Pembangunan GDCA (2010) yang disifatkan oleh Hashimi & Hasan (2015) sebagai kerangka paling

menyeluruh serta merangkumi pelbagai komponen di antara beberapa kerangka perbandingan. Kerangka GDCA juga menyediakan tahap pembangunan yang turut digunakan sebagai rujukan di dalam mengelaskan tahap pelaksanaan bagi model pembangunan PDH kajian ini. Hasil gabungan kedua-dua sumber ini kemudiannya ditambahbaik serta dikemaskini berteraskan kepada kriteria-kriteria yang terdapat pada keperluan pensijilan agensi. Pemilihan kriteria pensijilan sebagai teras dilakukan berikutan ianya telah diiktiraf serta menyenaraikan jumlah bilangan kriteria tertinggi antara ketiga-tiga sumber.

Kajian turut mendapati kriteria dari ketiga-tiga sumber adalah berhubungan dan saling melengkapi diantara satu sama lain. Dengan itu, dapatan kajian ini berupaya membentuk satu model yang lengkap serta bersepadu di mana ianya dapat memudahkan serta memangkinkan pelaksanaan PDH di agensi sektor awam.

RUJUKAN

- Cai, C., Wang, L., Khan, S. U. & Tao, J. 2011a. Energy-aware High Performance Computing - A taxonomy study. *Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Systems - ICPADS* hlm.953–958. doi:10.1109/ICPADS.2011.59
- Cavdar, D. & Alagoz, F. Network aware job scheduling in green data centers. *2014 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)* hlm.168–172, 2014.
- C.Molly & M.Iqbal. 2010. Improving data-center efficiency for a Smarter Planet. *IBM Journal* 54(4): 1–8.
- GDCA, Green Data Center Alliance, “Data Center Energy Efficiency Framework,” *New York State Energy Research & Development Authority*, 2010.
- Geng, H. 2015. *Data Center Handbook*. (H. Geng, Ed.). United States: Willey.
- Google. 2017. *Environmental Report 2017 Progress Update*.
- Hashimi & Hasan. Nor, N.B.M. & Selamat, M.H.B.. (2015). Green data center frameworks and guidelines review. 7. 94-105.
- KeTTHA. 2009. National Green Technology Policy. Ministry of Energy, Green Technology and Water Malaysia, Policy. doi:ISBN 978-983-43893-1-4
- MAMPU, Garis Panduan Penggunaan ICT ke Arah ICT Hijau Dalam Perkhidmatan Awam.
- Marohaini Yusoff 2001. Penyelidikan Kualitatif: Pengalaman Kerja Lapangan Kajian. Kuala Lumpur: Universiti Malaya.
- Masanet, E. & Robert, H. 2015. Chapter 20: Data Center IT Efficiency Measures. *The Uniform Methods Project: Methods for Determining Energy Efficiency Savings for Specific Measures, USA: National Renewable Energy Laboratory (NREL), U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency & Renewable Energy Operated. Technical Report*.
- McCumber, S. & Lincke, S. J. 2014. Tooling to improve data center efficiency. *2014 IEEE International Technology Management Conference, ITMC 2014.*, doi:10.1109/ITMC.2014.6918606
- MCMC. 2015. Technical Code, Spesification for Green Data Centers. https://www.mcmc.gov.my/skmmgovmy/media/General/pdf/MCMC-Green_Data_Centres.pdf
- Neudorfer, J. 2015. Data Center Growth Strategies Best Practices for Managing Your Rapidly Growing Computing Demands (White Paper).
- O’Neill, M. G. 2010. *Green IT for Sustainable Business Practice-An ISEB Foundation Guide*. Swindon, United Kingdom: British Informatics Society Limited (BISL)
- Ozkan, S & Cakir, M. 2008. A Maturity Based Qualitative Information Systems Effectiveness Evaluation of a Public Organization in Turkey. *Journal of Cases on Information Technology* 10(3):58-71.
- RASIB, A. A. & KETTHA. 2015. Green Economy As A Vehicle For Economic And Sustainable. Ministry of Energy, Green Technology & Water Malaysia.
- Sullivan, A. 2010. *ENERGY STAR for Data Centers*.

- Syed, R. 2008. The efficient, green data center [White Paper]. *EMC*, Massachusetts: EMC Corporation.
- Uddin, Mueen & Abdul Rahman, Azizah. (2011). Techniques to implement in green data centres to achieve energy efficiency and reduce global warming effects. *international journal of global warming*. 3. 10.1504/IJGW.2011.044400.
- Uddin, M., Hindu, R. C., Alsaqour, R., Shah, A., Abubakar, A. & Saba, T. 2015. Knowledge Management Framework using Green IT to Implement Sustainable Entrepreneur Ecosystem 2714(JUNE), 2703–2714. doi:10.12785/amis/090556
- Weihl, B., Teetzl, E., Clidas, J., Malone, C., Kava, J. & Ryan, M. 2011. Sustainable Data Centers. *XRDS ACM Magazine* 17(4): 8–12. doi:10.1145/1961678.1961679
- Zainal, M. Z. 2010. Garis Panduan Penggunaan ICT Ke Arah ICT Hijau Dalam Perkhidmatan Awam. *Mampu*, 53(August), 160. doi:10.1017/CBO9781107415324.004

Copyright@FTSM